

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-53744
(P2003-53744A)

(43) 公開日 平成15年2月26日 (2003.2.26)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テームコード* (参考) |
|---------------------------|------|---------------|--------------|
| B 2 9 C 39/10 | | B 2 9 C 39/10 | 4 F 2 0 4 |
| 39/24 | | 39/24 | |
| 39/42 | | 39/42 | |
| 39/44 | | 39/44 | |
| // B 2 9 K 63:00 | | B 2 9 K 63:00 | |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-249055 (P2001-249055)

(22) 出願日 平成13年8月20日 (2001.8.20)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(72) 発明者 関戸 俊英

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東

レ株式会社愛媛工場内

(72) 発明者 乃万 文昭

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東

レ株式会社愛媛工場内

Fターム (参考) 4F204 AA39 AD16 AP19 AQ01 EA03

EB01 EB12 EF01 EF30 EK09

EK13 EK17 EK22 EK23 EK24

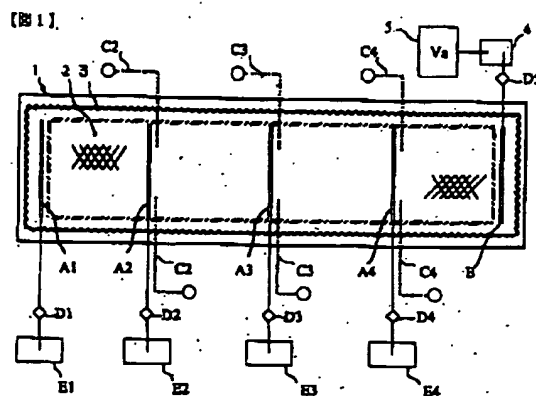
EK26

(54) 【発明の名称】 R T M成形方法

(57) 【要約】

【課題】 未含浸部やボイド等が生じず、良好な成形品質を確保できる比較的大型なFRP成形品の好適なRTM成形方法を提供する。

【解決手段】 キャビティ内に強化繊維基材を配置し、該キャビティ内に液状の樹脂が注入され、該樹脂が上記強化繊維基材に流動して含浸された後に硬化させるRTM成形方法において、前記キャビティ内に樹脂を注入する注入口が複数設けられるとともに、該注入された樹脂の存在を検知する検知部を該キャビティ内に設け、該樹脂検知部の検知センサからの信号によって、各注入口からの樹脂の注入開始時期を制御するようにしたことを特徴とするRTM成形方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】キャビティ内に強化繊維基材を配置し、該キャビティ内に液状の樹脂が注入され、該樹脂が上記強化繊維基材に流動して含浸された後に硬化させるRTM成形方法において、前記キャビティ内に樹脂を注入する注入口が複数設けられるとともに、該注入された樹脂の存在を検知する検知部を該キャビティ内に設け、該樹脂検知部の検知センサからの信号によって、各注入口からの樹脂の注入開始時期を制御するようにしたことを特徴とするRTM成形方法。

【請求項2】前記キャビティ内を樹脂注入の開始前に減圧することを特徴とする特許請求項1に記載のRTM成形方法。

【請求項3】前記キャビティが下型とバッグ材とで形成されていることを特徴とする請求項1または2のいずれかに記載のRTM成形方法。

【請求項4】前記注入される樹脂が熱硬化性樹脂であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のRTM成形方法。

【請求項5】前記熱硬化性樹脂がポリアミン硬化型エポキシ樹脂であることを特徴とする請求項4に記載のRTM成形方法。

【請求項6】前記キャビティを含む成型型の全体を熱風によって所定の温度に加熱することを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のRTM成形方法。

【請求項7】前記樹脂検知部の検知センサが、光を出射する出射面を先端もしくは先端の近傍に有する第1の光ファイバと、該第1の光ファイバから出射された光を受光する入射面を先端もしくは先端の近傍に有する第2の光ファイバからなる液体検知用の検知センサであることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のRTM成形方法。

【請求項8】前記樹脂検知部の検知センサが、誘電率の変化を検出するフレキシブルな誘電回路基板からなる液体検知用の検知センサであることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のRTM成形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、FRP(繊維強化プラスチック)構造体を成形するRTM[レジントランスファーモウルディング(Resin Transfer Molding)]成形方法に関し、さらに詳しくは、比較的大型のFRP成形体を成形する際に複数の樹脂注入口を有するRTM成形方法において、各注入口からの樹脂注入のタイミングを効果的に図り、樹脂の未含浸部を発生させない有効な樹脂注入制御方法を提供するRTM成形方法に関する。

【0002】

【従来の技術】FRPは軽量で高い機械特性を発揮できることから、大型の面状体や構造体の構成材料として検

討され始めてきている。

【0003】一般的にRTM成形方法でFRPを成形する場合、キャビティ内に配置された強化繊維基材に、液状の樹脂を圧入して含浸、硬化させる。

【0004】上述のような大型の面状体や構造体をRTM成形するためには、圧入された液状の樹脂が強化繊維基材内を流動して所定の位置に到達したことを確認することは、FRP成形体をボイド無く効率よく成形していく上で非常に重要である。

【0005】大型の面状体や構造体を成形するに際し、複数の減圧吸引口を介して成形部を減圧し、複数の樹脂注入口から樹脂を注入することができる。複数の樹脂注入口からの樹脂注入開始のタイミングをずらすことができ、時間差をもって順次樹脂を注入することができる。

【0006】すなわち、樹脂流動は樹脂注入口より遠ざかるに従って、流動抵抗の増加により非線型的に遅くなる。したがって、注入口を複数にして、新しく樹脂注入を開始することにより、広い面積、長尺の成形体に対しても、充分対応することも可能で、比較的短時間で樹脂含浸できるとともに、また各部位に樹脂含浸洩れによるボイド等を生じさせることなく、良好な成形状態を確保することが期待できる。

【0007】また、複数の減圧吸引口や複数の樹脂注入口を適切に配置しておくことで、比較的複雑な形状や構造を有する成形体に対しても、たとえば、局部的にリブを有するスキン構造体、該リブの一部に開口部分(穴開き部)を有するスキン構造体、サンドイッチ構造部分の周囲がスキン構造体をなすサンドイッチ構造体などに対しても、適切に対応できるようになる。そのため、特に大型の構造体をRTM成形する際、複数の樹脂注入口を設けて各注入口からの樹脂の注入時期をタイミング良く制御して行く必要があるので、該樹脂の流動位置を的確に把握しておくことは極めて重要である。

【0008】従来、上記複数の注入口を必要とするような大型の成形体を成形する場合、下型に強化繊維基材を配置し、透明なバッキング用フィルムで該キャビティを覆った後、該キャビティ内を真空吸引して樹脂を各注入口から順次注入していたが、その際、各注入口からの樹脂注入は流動する樹脂の流れを透明な該バッキング用フィルム越しに人が見ながら適当に注入のタイミングを図りながら行っていた。しかし、このような人間の目による樹脂の流動状態の観察では、成形体が大い場合には見えにくい場所が生じたり、樹脂流動部の先端の位置を見誤ったりして、樹脂注入のタイミングが適正に図れない場合が生じるという問題がある。ましてや、耐熱性が高い大型の成形体を上記下型とバッキングフィルムを用いて製造する場合のように、型全体を高温の熱風で加熱するために、人間が型の周りに居て樹脂流動を確認できない場合や、比較的小さい成形体でも両面型で成形する場合のように、型の外から人が樹脂流動状態を全く観察できな

いため、複数口からの樹脂注入のタイミングが図れないという問題がある。そのような場合、これまでは樹脂流速を想定し、人の経験による感や準備した樹脂の使用量で各注入口からの注入のタイミングを図ってきた。しかし、このような方法では確実性がなく、量産性に乏しいため、生産性が低いという問題があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】そこで本発明の目的は、樹脂の流動状態を人間の目視による観察や経験に基づく感によって推察して、各注入口からの樹脂注入のタイミングを図るのではなく、液状の樹脂の流動位置を確実に把握しながら、各注入口から適正な樹脂注入タイミングを図ることによって基材への未含浸部やボイドが生じないように成形するRTM成形方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために、下記の構成を採用する。すなわち、キャビティ内に強化繊維基材を配置し、該キャビティ内に液状の樹脂が注入され、該樹脂が上記強化繊維基材に流動して含浸された後に硬化させるRTM成形方法において、前記キャビティ内に樹脂を注入する注入口が複数設けられるとともに、前記キャビティ内に注入された樹脂の存在を検知する検知部を設け、該樹脂検知部の検知センサからの信号によって、各注入口からの樹脂の注入開始時期を制御するようにしたことを特徴とするRTM成形方法からなる。

【0011】また、上記キャビティ内を樹脂注入の開始前に減圧することがボイド発生を抑制する意味で好ましい。

【0012】そしてまた、成形型が下型だけで、上記キャビティが該下型とバッグ材とで形成されうることもでき、比較的大型の成形品が容易に製造できる。その樹脂は熱硬化性樹脂であることが好ましい。さらに、上記熱硬化性樹脂としてポリアミン硬化型エポキシ樹脂であると成形性が良く効果速度も速い効果がある。

【0013】また、上記樹脂の検知センサとして、光を出射する出射面を先端もしくは先端の近傍に有する第1の光ファイバーと、該第1の光ファイバーから出射された光を受光する入射面を先端もしくは先端の近傍に有する第2の光ファイバーからなる液体検知用センサを用いることにより、ピンポイント的ながら樹脂を検知できる。

【0014】また、上記樹脂の検知センサとして、誘電率の変化を検出するフレキシブルな誘電回路基板からなる液体検知用センサを用いると、平面状に樹脂を効率よく検知できる。

【0015】このFRP製大型面状体や構造体のRTM成形方法においては、シート状の樹脂拡散通路形成用部材を用いたり、樹脂通路用溝が形成されたコア材を用い

ることもでき、それら両方を用いることもできる。

【0016】このように、強化繊維基材とシート状の樹脂拡散媒体を用いれば、FRPスキン構造を有する大型面状体を成形することができ、樹脂通路用溝が形成されたコア材を用いれば、いわゆるFRPサンドイッチ構造を有する大型面状体や構造体を成形することができる。

【0017】本発明において特に効果が得られるのは、成形の際に複数の注入口を必要とする、例えば最大長さ5m以上の面状体を成形する場合や、最大幅2m以上の面状体を成形する場合である。また、面積としては、特に、例えば30～50m²程度のFRP製面状体の成形に適用して好適なものである。

【0018】上記強化繊維基材としては、炭素繊維の織物を含むものであることが好ましい。特に90%以上が炭素繊維の織物であることが好ましい。織物の形態であると、広い面積、長尺のものであっても取扱いが容易になり、また、炭素繊維基材とすることで高い機械物性が容易に得られる。炭素繊維の織物としては、一方向性織物（横糸にはガラス繊維や合成繊維糸を用いればよい）、平織物（扁平糸織物も含む）、綾織物、編子織物、多軸織物、三次元織物、三次元編組等を使用できる。

【0019】上記強化繊維基材は複数枚積層配置することもできる。この場合、強化繊維基材同士が部分的に互いに固定されていると、広い面積や長尺のものにあっても、ずれを生じさせることなく、型への賦形を行うことが可能になる；たとえば、予め、積層された強化繊維基材を厚み方向に少なくとも一カ所固定された状態で成形型面に配置することができる。固定方法としては、ステッチ、固着剤（熱可塑性粒子、合成繊維、熱硬化性樹脂噴霧等）による熱融着か熱硬化を採用すればよい。

【0020】マトリックス樹脂として使用する熱硬化性樹脂として、ガラス転移温度が100℃以上の高耐熱性樹脂を用いることが好ましい。また、良好な拡散、含浸性を得るために、成形時の型温度での粘度が5ボイズ以下の熱硬化性樹脂を用いることが好ましい。このような高耐熱性樹脂として、たとえば、エポキシ樹脂、ビスマレイミド樹脂、硬化型ポリイミド樹脂やフェノール樹脂等の高耐熱性熱硬化性樹脂を使用できる。

【0021】また、コア材を用いる場合には、たとえば、100℃加熱状態で真空圧が作用した時の収縮率が5%以下の耐熱性コア材を用いることが好ましい。このようなコア材として、たとえば、塩化ビニル製又はポリメタクリルイミド製のフォームコアやバルサコア等の耐熱性コア材を用いることができる。

【0022】また、樹脂注入、含浸温度と樹脂硬化温度とが20℃以上離れている条件（ステップキュア）を採用することも可能である。また、良好な拡散、含浸性を確保するために、マトリックス樹脂が注入時の型温での粘度が300cp以下の熱硬化性樹脂を使用することが

好ましい。

【0023】また、成型型を熱風により昇温させながら樹脂を注入することもでき、成形サイクルを短縮して、より効率のよい量産向きの成形を行うこともできる。

【0024】注入温度、硬化温度に関しては、例えば、成型型の温度が100℃以下のときに樹脂の注入を開始し、100℃以上で樹脂を硬化させるような形態を採用することもできる。

【0025】キャビティ内を真空吸引して減圧しながら、かつ複数の樹脂注入口からの樹脂注入タイミングを適切に制御することによって、良好な拡散、含浸性を確保しつつ、広い面積にわたって注入樹脂を確実に行き渡らせることが可能であり、その結果、成型体のボイド発生率を0.2%以下の高品位な大型成形品を得ることが可能である。

【0026】大型の成型型を加熱する方法は、従来のように金型内に設けた配管内に温水やスチームなどの熱媒を介して型を加熱する方式より、設備投資額が低く、加熱エネルギーも効率的である。

【0027】この熱風による加熱には、熱風循環型加熱オープンや局部排気型熱風発生機（ブローで送風）等を使用することができる。熱風の温度むらとしては、±5℃以下におさめることが好ましい。

【0028】また、同一場所で賦形から脱型まで行うことができ、所定温度への加熱も熱風を用いて成型型、成型部全体を速やかに加熱できるから、成形サイクルが短くなり、極めて高い成形効率を達成できる。したがって、優れた量産性も同時に達成される。

【0029】

【発明の実施の形態】以下に、本発明を望ましい実施形態とともに、図面を参照にして詳細説明する。図1は、本発明の一実施態様に係るFRP製大型面状体の製造方法を示している。成型型を上方から見下ろした平面図である。

【0030】成型型1の成形面の上に強化繊維基材2を配置し、複数の樹脂注入ラインA1～A4を所定の間隔で配置した。第1の樹脂注入ラインA1と対向する基材端部に真空吸引ラインBを配置し、該樹脂注入ラインA1～A4や真空吸引ラインBを含めて、強化繊維基材2全体をバッグ材3で覆った。第1の樹脂注入ラインA1以外の樹脂注入ラインの先には樹脂流動の可否を検知する樹脂検知センサC1～C4を強化繊維基材の上面に配設している。

【0031】さらに、樹脂の流動性を高めるために、樹脂流動抵抗が強化繊維基材より1/10以下の樹脂拡散媒体をその離型用織布を介し、樹脂検知センサCを含めて強化繊維基材の上面に配設している（樹脂拡散媒体、離型用織布は図示していない）。

【0032】そして、その上から全体を覆うようにバッグ材3でバギングした。バッグ材3と成型型1とのシー

ルは粘着性の両面シールテープ（図示していない）で行う。この両面シールテープは、樹脂注入ラインA1や真空吸引ラインBと連通し、バッグ材3の外部と延びるチューブ類や樹脂検知センサC1～C4のコード類の成型型1とのシールにも用いる。

【0033】上記のように、各種材料を成型型に配置し、バッグ材3で全体をバギングした後、真空ラインBに連通した真空トラップ4を介して真空ポンプ5によってバッグ内全体を真空吸引する。もちろんその際には、各樹脂注入ラインA1～A4から連通するチューブの途中に設けたバルブ（D1～D4）は総て閉状態にしておく。

【0034】その後、加熱用熱風をオープン（図示していない）によって発生させ、成型型全体を所定の温度まで加熱していく。常に、型表面や強化繊維基材表面に設置した温度センサ（図示していない）でそれぞれの表面温度は明確に検知するようになっている。

【0035】やがて所定の温度に到達したら、先ず、第1のバルブD1を開放して第1の樹脂注入ラインA1に樹脂タンクE1より所定の樹脂を注入する。その後、該第1の樹脂注入ラインA1から流出した樹脂は、該第1の樹脂注入ラインA1とは対向の位置にある真空吸引ラインBに向かって樹脂拡散媒体内を流動していく。そして、樹脂拡散媒体で強化繊維基材表面を流動していく樹脂はやがて強化繊維基材内にも流れて含浸して行く。しかし、その樹脂は第2の樹脂注入ラインA2に向かって流れていくが、既に含浸した樹脂拡散媒体内や強化繊維基材の中を流れるため、徐々に樹脂流動抵抗が大きくなり流速が非線形的に低下していく。

【0036】したがって、樹脂のポットライフの時間に達する前に、既に含浸した部位を通らず、樹脂の流動抵抗がまだ高くなっていない位置、すなわち、ここでは第2の樹脂注入ラインA2より新たな樹脂注入を開始する必要が生じてくる。

【0037】ここで問題なのが、第2の樹脂注入ラインA2に樹脂を注入するためのバルブD2をいつ開放するかである。そのタイミングを正確にコントロールするために、樹脂検知センサC2によって所定の位置を樹脂が流動していった時を正確に認識する。そして、そのセンサC2によって、第2の樹脂注入ラインA2に樹脂を注入するタイミングを認識したら第2のバルブD2を開放してその位置より新しい樹脂を注入する。そして、第1の樹脂流入ラインA1からの樹脂の注入はそのバルブA1を閉鎖することによって停止する。やがて、該第2の樹脂注入ラインA2より注入された樹脂は、次の第3の樹脂注入ラインA3に向かって流れていく。以後は、その繰り返しである。最終的に、樹脂が真空吸引ラインB到達したら、最後の樹脂注入ラインに流出する樹脂をそのバルブを閉鎖することによって停止させる。

【0038】そして、総ての強化繊維基材に樹脂含浸さ

れたら、所定の温度と時間で該樹脂を硬化させる。その後、バッグ材3や離型用織布と共に樹脂拡散媒体や樹脂注入ラインに用いた機材など総て副資材を成形品表面から排除して、最後に成形型面上より成形品を脱型する。

【0039】得られた成形品は、必要に応じて所定の温度と時間でアフターキュアを行う。

【0040】本発明において、キャビティとはは、成形部分であり、成形用の基材を配置しているところである。たとえば、図1ではバッグ材3の内部であり、図4ではコア44や基材43が配置されている上型と下型とで形成される空間の部分である。

【0041】また、バルブの開閉動作は、機械的、電気的、手動の何れであってもよい。通常は手動で行うが、大量生産時は電気信号を受けて、機械的な操作とすることもできる。

【0042】

【実施例】[実施例1]図1に示す成形型1は長さ21mで、幅が2.5mのFRP製の型である。図には記載していないが、型全体は全周が断熱材で形成された簡易成形室(長さ25m、幅3.5m、高さ2m)に有り、該成形室外に設けた熱風発生装置より熱風が型全体を加熱できる状況にある。その熱風は元に戻るよう循環式としている。ここで用いている強化繊維基材は、東レ(株)製炭素繊維織物”トレカ”T700平織(200g/m²目付)であり、トータル16PLYを配置している。

【0043】また、樹脂は東レ(株)製ポリアミン硬化型エポキシ樹脂:TR-C32であり、粘度特性は表1に示した通りである。図2に示したグラフは、東機産業(株)製E型粘度計:TVE-30型を用いて、70℃および80℃における粘度変化を測定したものである。

【0044】強化繊維基材2の上には、離型用ナイロン製織布を介し、樹脂流動抵抗が強化繊維基材よりも1/10以上も低いポリエチレン製のメッシュ状織物(#200メッシュ)を配置して樹脂拡散媒体として用いた。その上の所定の位置に樹脂検知センサを固定した。さらに、強化繊維基材や副資材などそれら全体をバギングフィルムで覆った。このバギングフィルムと成形型面とのシールは、合成ゴムで粘着性の高いシールテープを用いた。

【0045】図のように、樹脂注入ラインは4カ所設けており、そのピッチは5mである。そして、樹脂流動を検知する樹脂検知センサは、該樹脂注入ラインより約100mm近辺に配置してある。それはまた、幅方向での樹脂流動検知の誤差を小さくするために、幅方向では2カ所設置してある。

【0046】そこで適用した樹脂検知センサーは、特開2001-27678公報記載のプラスチック製の光ファイバーセンサである。該センサは、第1の光ファイバ

ーと第2の光ファイバーとが隣接し、第1の光ファイバーが持つ出射面と、第2の光ファイバーが持つ入射面の各々の面が傾斜しており、かつ傾斜した面同士が向き合う構成を有することで液体の有無を判定することが可能である。

【0047】この光ファイバーは被覆部分を融着し、繭型に成形して双心化している。また、単心の光ファイバー2本を接着剤を用いて接着し隣接させても良い。また単心の光ファイバを接着せずに平行に揃えて布設しても良いが、ファイバー先端が回転しない機構が必要である。

【0048】この隣接した2本の光ファイバー先端部での出射光もしくは散乱光の変化から液状体の有無を検出することにより、光ファイバーや樹脂材の固定治具が不要となり、この治具が液状体の流れを妨げることがない。

【0049】樹脂検知センサとしては、光ファイバー以外にも種々のセンサーが適用できるが、そのうちの1つとして図3に示すような誘電センサ30が適用できる。このセンサは、フレキシブルなベース基板31(例えば、ポリイミド製薄板;0.2~0.4mm)上に導電性銀ペースト(ドータイト)で作製した櫛状の回路32を向かい合わせたもので、該回路内に樹脂が流入し浸漬していったとき、その浸漬面積に応じて静電率(静電容量)が変化することから、樹脂の浸漬位置が読みとれる。

【0050】バギングが終了した後、断熱パネルで構成された断熱ボックス(図には記載していない)で成形型の全体を覆い、長手方向の片側より熱風発生機で温度が80℃の熱風を該断熱ボックス内に吹き付け、後方より排気して元の熱風発生機に戻す循環方式を採った。それと同時にバギングしたキャビティ内を真空吸引ラインBより減圧開始し、型温が80℃に達する前までには10 Torr以下までに減圧した。

【0051】次に、型温が80℃にほぼ達した頃から樹脂注入を開始した。まず、第1の樹脂注入ラインA1に連通するチューブの途中に設けたバルブD1を開放し、樹脂容器E1より真空圧で第1の樹脂注入ラインA1に樹脂を注入した。注入された樹脂は、流動抵抗の低い樹脂拡散媒体内を流れながら強化繊維基材内に含浸していく。しかし、樹脂の流れが第2の樹脂注入ラインA2に近づくに従って、流速は非線形的に減速していった。それは、既に樹脂拡散媒体に浸漬している樹脂を後押ししたり、その樹脂を追い抜くような形で送流されていくため流動抵抗が徐々に大きくなるためである。

【0052】樹脂のゲル化時間を考慮すると樹脂が高温下で流れる時間は限られる。そのため、極端に減速した樹脂の注入は停止し、新たに流動抵抗の低い位置より注入する必要がある。その限界時間や位置を考慮して設定した位置が第2番目以降の樹脂注入ラインの位置で有

る。

【0053】したがって、第1の樹脂注入ラインA1より注入された樹脂が第2の樹脂注入ラインA2に到達したところで、第2の樹脂注入ラインA2からそのバルブD2を開いて注入を開始した。このとき、第2の樹脂注入ラインA2に樹脂が到達したことを認識したのが、第2の樹脂注入ラインA2より100mm後方に設置した樹脂検知センサC2である。このように樹脂検知センサを設置する位置は、新しい樹脂注入位置を通過した近辺が好ましいが、新しい樹脂注入位置の直前（例えば、50～100mm手前）なら問題ない。

【0054】第2の樹脂注入ラインA2より注入された樹脂はやがて第3の樹脂注入ラインA3に到達していったが、その後の処置は第2の樹脂注入ラインA2での方法と全く同様である。

【0055】最終的に、第4の樹脂注入ラインA4より注入された樹脂が最端部に設けられた真空吸引ラインBに到達したとき、第4の樹脂注入ラインA4からの樹脂注入も停止した。

【0056】その後、約30分真空吸引を続けた後、吸引部のバルブD5を閉鎖した。今回は溶剤を含まないエポキシ樹脂であったが、揮発性の溶剤を含む熱硬化性樹脂を用いる場合は、全域に樹脂含浸した後も真空吸引し続けた方が、ボイド発生防止のために好ましい。

【0057】〔実施例2〕本発明の別の実施例として、樹脂の流動状況を全く目視できない両面型40による本発明に関するRTM成形例を図4（金型の縦断面図）を用いて説明する。

【0058】図4において、金属製の型41、下型42の中央に形成されたキャビティ内にフォームコア44の全周に強化繊維基材43（東レ（株）製“トレカ” T300×200g/m² 目付の平織物、2ply）を巻き付けたものを設置した。その中のフォームコア44は、耐熱性硬質ポリウレタン（発泡倍率が20倍、サイズは厚さ12mm、長さ2.5m、幅1.2m）で長手方向に樹脂流路としての細溝（幅1.5mm、深さ2.5mm、ピッチが15mm）を両面および側面に連通させて加工されている。ただ、上面中央に、幅方向に広幅の溝（幅4mm、深さ4mm）を上記長手方向の溝と連通するようにライン状に加工されている。

【0059】樹脂の注入口は、上型41の中央部に一カ所46と長手方向の両側に幅方向に延びたライン状の溝45を設けている。但し、両側の幅方向に延びるライン状の溝45は初期の真空吸引ラインとしても兼用する。

【0060】樹脂検知センサは、図3に示す誘電センサ30を下型42面上に中央部および両端部の3カ所に設けている。

【0061】適用した樹脂は、実施例1と同様の東レ（株）製ポリアミン硬化型エポキシ樹脂：TR-C32である。

【0062】金型40を上、下型共に70℃まで昇温し、両側の真空吸引ライン45より真空吸引開始する。真空度が5torrを下回ったところで真空吸引ライン45は閉鎖し、中央の樹脂注入口46より樹脂を注入開始する。このときの樹脂の吐出圧は基材が樹脂の動圧で乱れぬように比較的低下の2kg/cm²で行う。注入された樹脂は強化繊維基材43を通してコア44の上面中央に設けた幅方向の溝に流入し、やがて長手方向の細溝に流れ込みながら両端部の方向に流動する。樹脂は細溝を流れながら基材にも含浸していく。やがて、両端部をターンして下面側に流れしていく。下面に流れ着いたことを下面側の両端部近くに配置した誘導センサ（G1、G3）がキャッチした時点で両側の樹脂注入ライン45より樹脂の注入を開始する。やがて、樹脂が下面中央部に達したことを検知した時点で両側の樹脂注入ライン45から注入する樹脂の圧力を5kg/cm²に昇圧して硬化するまで保持する。このように、比較的高い樹脂圧を掛けながら硬化させると表面のピンホールやボイド等が加圧力により埋められてしまい解消することや樹脂の硬化収縮による引けも改善され、良好な意匠面が得られる。

【0063】また、誘電センサによって樹脂注入完了後も、硬化過程のモニタリングが可能となった。特に、中央部と両端部の硬化の時間差などが詳細に読みとれた。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のRTM成形方法によれば、複数の樹脂注入口やラインを有する場合、たとえ樹脂流動状態が目視できない場合でも、要所に配置した樹脂検知センサを用いることによって、樹脂の要所での流動可否を的確に認識でき、樹脂注入部からの樹脂注入のタイミングを図ることができる。それによって、未含浸部やボイドが発生することなく高品質のFRP成形品を得ることが可能となる。

【0065】このような本発明に係るRTM成形方法においては、比較的大型の成形品の製造に好適である。例えば、自動車の外板部材や一次構造材、航空機部材としての一次構造材（胴体や主翼、尾翼）、二次構造部材（フェアリングやコントロールサーフェス）など、翼状部材（風車の翼体）や鉄道車両構体等が好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係るRTM成形方法を示す概略構成図である。

【図2】本発明の実施例1に用いたエポキシ樹脂の粘度特性図である

【図3】実施例2に用いた誘電センサの概略構成図である。

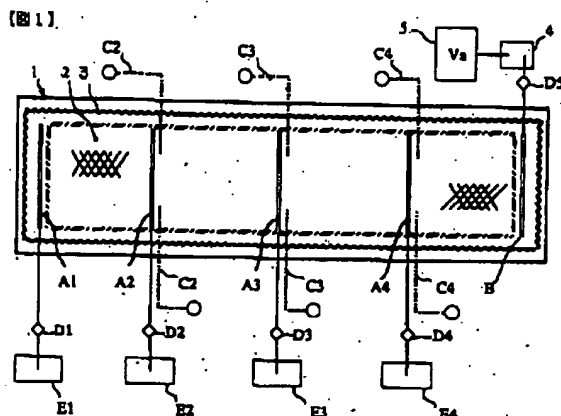
【図4】本発明の実施例2に係るRTM成形方法を示す概略構成図である。

【符号の説明】

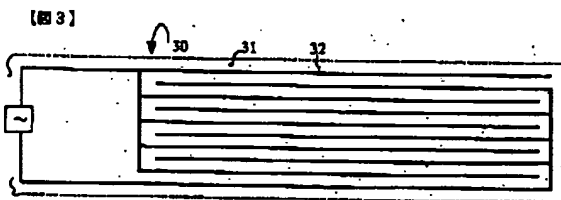
1: 成形型
2、43: 強化繊維基材
3: バッグ材
4: 真空トラップ
5: 真空ポンプ
A1~A4: 樹脂注入ライン
B: 真空吸引ライン
C2~C4: 樹脂検知センサ
D1~D5: F1~F3、バルブ
E1~E4: 樹脂容器
G1~G3: 誘導センサ

30: 誘導センサ
31: ベース基板
32: 櫛状回路
40: 金型
41: 上型
42: 下型
44: フォームコア
45: 真空吸引ライン兼樹脂注入ライン
46: 樹脂注入口
47: シール用O-リング

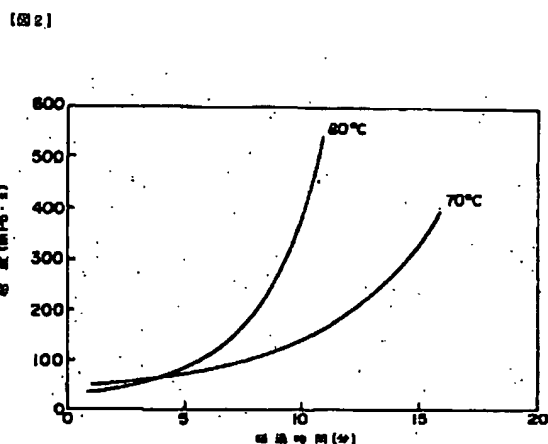
【図1】



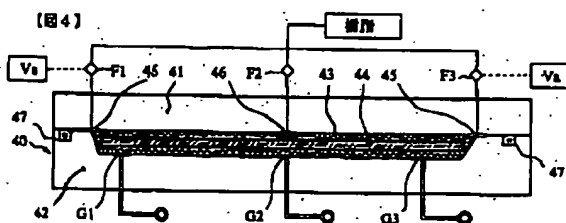
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷
B29K 105:08

識別記号

F I
B29K 105:08

テマコード (参考)